

## **UTILIZAÇÃO DE CRITÉRIOS DE CENTRALIDADE PARA SELEÇÃO DE ESTAÇÕES DE INTEGRAÇÃO MULTIMODAL**

**R. J. S. Nabais e L. S. Portugal**

### **RESUMO**

Face à necessidade de integração das múltiplas modalidades de transportes de passageiros, diversos critérios são utilizados para selecionar as estações metroferroviárias onde isto pode ocorrer. Procedimentos tradicionais se baseiam em um número significativo de variáveis cuja importância relativa é obtida através de consulta aos especialistas. Os resultados dessa abordagem dependem do conhecimento teórico e local desses especialistas, bem como da sua disposição em participar, limitando o seu aproveitamento. Critérios de centralidade vêm sendo adotados com sucesso em ciências sociais e seu uso no setor de transportes mostra excelentes possibilidades, particularmente na hierarquização e seleção de componentes do sistema mais sintonizados com determinados propósitos e atributos. Nesse sentido, este artigo apresenta o desenvolvimento de um procedimento utilizando critérios de centralidade para a identificação das estações de um ramal metroferroviário com maior potencialidade de integração com os outros modais, concluindo pela possibilidade de sua utilização de maneira objetiva e exequível.

### **1 INTRODUÇÃO**

O crescimento das cidades e dos índices de motorização tende a gerar um incremento dos deslocamentos, das distâncias de viagens e do número de veículos nas vias. Essas condições contribuem para provocar congestionamentos, perdas de tempo, poluição atmosférica, acréscimo de acidentes e ainda altos custos com a implantação, operação e manutenção dos sistemas viários e de estacionamentos.

A prática internacional tem recomendado, no enfrentamento dessa situação, a adoção de ações baseadas nos princípios de sustentabilidade, constatando-se que a integração multimodal tem sido fundamental para se garantir um sistema de transporte sustentável (FRASQUILHO, 2001).

Entretanto, verifica-se a complexidade que envolve conceber e implementar uma rede de transportes integrada, a qual deve ser baseada nas modalidades de maior capacidade de transporte de passageiros, como as metroferroviárias, nas quais as suas estações se tornam nós estratégicos de articulação com os modos de menor capacidade.

Vários pesquisadores têm se preocupado em estudar a integração e os critérios que melhor expressam as potencialidades das estações nesse processo. Dentre os diversos critérios existentes na bibliografia consultada, constata-se um destaque relativamente pequeno dado

à utilização do conceito de centralidade da teoria dos grafos, apesar dele ser empregado com sucesso nas ciências sociais em processos de seleção e hierarquização.

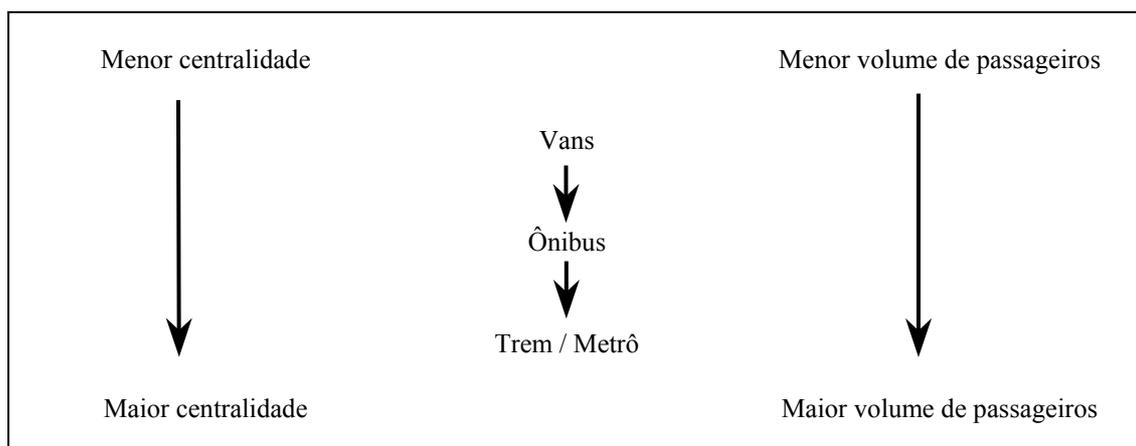
O presente trabalho tem por objetivo apresentar um procedimento, baseado no uso de indicadores de centralidade, que, de forma mais simples, objetiva e universal, permita a identificação de estações com potencialidade para promover a integração com as modalidades de transporte alimentadoras.

## 2 INTEGRAÇÃO MULTIMODAL

É inevitável que muitas viagens em regiões metropolitanas sejam feitas com a utilização de mais de um veículo (RIVASPLATA, 2001). No Rio de Janeiro, de acordo com o PDTU (2005), este número é de 18% do total das viagens por transporte público coletivo e precisa ser incrementado para refletir um sistema de transporte melhor integrado e que aproveite as características favoráveis de cada modalidade.

É importante se destacar que o simples uso de mais de um veículo para a realização de uma viagem não caracteriza uma integração, mas sim um transbordo e que a integração entre os transportes visa não apenas a racionalização do uso da matriz de transportes, mas também a minimização dos inconvenientes do transbordo para o usuário, possibilitando redução do custo e do tempo total da viagem e/ou oferecendo-lhe maior conforto e segurança.

Em grandes metrópoles, o ideal é que os sistemas de grande capacidade funcionem como estruturadores e os demais como alimentadores, ou seja, quanto menor a centralidade do local, menor o número de viagens e, portanto, de passageiros, sendo necessários sistemas de menor capacidade. "... e numa perspectiva de um sistema a funcionar de forma articulada, teríamos o modo rodoviário a efectuar a recolha de passageiros no interior dos bairros residenciais, em percursos curtos e com boas frequências, alimentando o modo ferroviário ..." (SAMPAIO, 2001). À medida que aumenta a centralidade do local, aumenta o número de viagens e, conseqüentemente, de passageiros, exigindo sistemas de maior capacidade. Esta situação pode ser representada pela Figura 1 (NABAIS, 2005).



**Fig. 1 Relação entre centralidade e modos de transporte**

Considerando o desconforto causado ao usuário no transbordo, que atribui a este fator um valor em torno de 6% do tempo médio da viagem (CAVALCANTE, 2002), já que o tempo

de espera é avaliado em até 3 vezes maior que o tempo em movimento (CERVERO, 1998), é recomendável que a integração contemple todos os atributos simultaneamente, visando o benefício do usuário, oferecendo-lhe acréscimo de mobilidade, segurança e conforto, assim como redução do custo e do tempo de viagem.

Diversas são as formas como se processa a integração no transporte público metropolitano de passageiros em todo o mundo, podendo ser (CADAVAL, 1999 e NABAIS, 2005):

- a) unimodal, se o passageiro utiliza apenas um modo de transporte, ou multimodal, se mais de um;
- b) física (fechada), se existe uma edificação (terminal) no local da integração, ou “aberta” no caso contrário;
- c) operacional, se existe a coordenação do funcionamento dos diversos veículos;
- d) institucional, se existem acordos formais entre as partes envolvidas;
- e) tarifária, se o custo do uso dos dois ou mais veículos é inferior à soma de cada um individualmente.

A integração pode ainda ser “de ponta”, quando o terminal de integração se localiza na extremidade do modal de grande capacidade, “ao longo da linha”, quando as linhas alimentadoras são seccionadas junto a estações do sistema de grande capacidade e “complementar”, sendo a integração, neste caso, opcional, pois os sistemas alimentadores não são interrompidos nos terminais de integração, oferecendo ao usuário a possibilidade de prosseguir a viagem no modal de sua conveniência (ANTP, 1996, *apud* CAVALCANTE, 2002).

Para fins deste artigo, integração pode ser definida como: “um conjunto de medidas de natureza físico-operacional, tarifária e institucional destinadas a articular e racionalizar os serviços de transporte público” (CADAVAL *et al.*, 1999). A integração pode ser vista também como uma das formas de reorganizar os sistemas de transporte público, objetivando a racionalização, a redução de custos e o aumento da mobilidade (ANTP, 2004). Ainda, segundo CAVALCANTE (2002), a integração busca: otimizar os recursos, aumentar a acessibilidade, racionalizar o uso do espaço viário e melhorar a qualidade de vida e preservação ambiental.

Fora do âmbito deste trabalho, o conceito de integração contempla também aspectos ligados ao uso do solo (MILLER *et al.*, 1999) bem como políticas de melhoria de acessibilidade de pessoas portadoras de deficiência.

### **3 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DE ESTAÇÕES DE INTEGRAÇÃO**

Os procedimentos correntes de seleção de estações para a integração multimodal dependem - para a definição das variáveis a serem estudadas e da sua importância relativa - da disponibilidade de especialistas em quantidade compatível com as exigências amostrais, da experiência profissional deles, como também requerem o levantamento de dados, freqüentemente escassos, incompletos ou desatualizados.

#### **3.1 Modelos teóricos**

No Brasil, por serem os mais recentes e detalhados conceitualmente, entre os procedimentos teóricos consultados, destacam-se os de VILELLA (2004) e de PINHEIRO JR. (1998).

O primeiro sugere o cálculo de um Índice de Potencial de Integração de Estações (IPIE), através da aplicação da fórmula:

$$IPIE = \sum Var_i \cdot P_i - \sum Var_j \cdot P_j \quad (1)$$

Sendo:

$Var_i$  e  $Var_j$  as notas atribuídas às variáveis  $i$  (favoráveis à integração) e  $j$  (desfavoráveis à integração);

$P_i$  e  $P_j$  seus pesos respectivos, os quais podem variar de 1 (muito baixo) a 5 (muito alto), com possibilidade de repetição.

Vilella sugere a utilização de doze variáveis ligadas a cinco grupos: Oferta, Demanda, Conforto e Segurança, Acessibilidade e Impactos da Integração. Desta forma, a estação de maior IPIE seria a de maior potencial de integração.

Este procedimento se caracteriza, portanto, por exigir critérios e percepções pessoais na definição das variáveis e na atribuição de suas notas e pesos relativos.

Pinheiro Jr., ao estudar critério de hierarquização de estações ferroviárias, entre as dezoito variáveis propostas, sugere a utilização do potencial de integração, atribuindo-lhe um peso de 4,8 (numa classificação de 0 a 6). Este autor assume sua proporcionalidade direta com o número de linhas de ônibus convergindo para cada estação, independentemente da sua frequência ou do número de passageiros transportados, o que lhe confere também uma restrição em sua aplicação ampla. Este procedimento, porém, demonstra a importância da centralidade da estação em relação ao número de viagens geradas ou com destino à estação como fator determinante na sua seleção para integração.

### 3.2 Uma Prática existente

No ano de 2004, a SUPERVIA, operadora dos trens metropolitanos de passageiros do Rio de Janeiro, malha implantada há mais de cem anos, composta por cerca de 220km de linhas, transportando em torno de 350 mil passageiros / dia, ao estudar quais as estações mais indicadas para integração com os ônibus, indicou dez variáveis, sendo cinco favoráveis e cinco desfavoráveis.

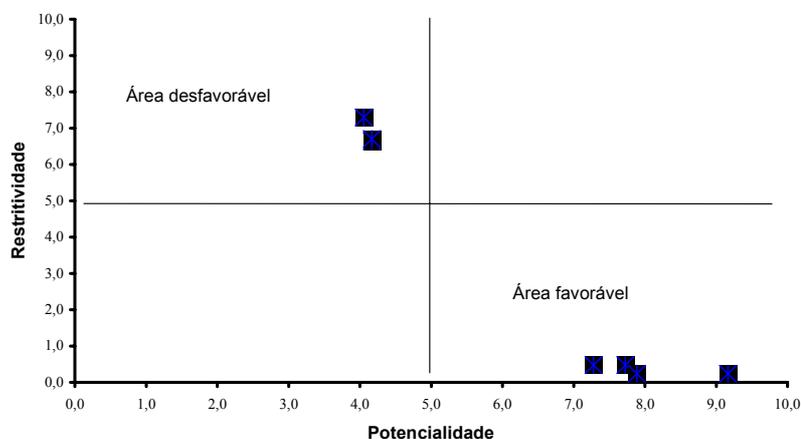


Fig. 2 Gráfico de Potencialidade x Restritividade

Ponderando-as entre si, os resultados foram plotados num gráfico (Figura 2), tendo no eixo dos “X” as “Potencialidades” e no “Y” as “Restritividades”. O quadrante inferior direito (maior potencialidade e menor restritividade) indica as estações de maior potencial para a integração e o superior esquerdo as de menor.

As variáveis utilizadas relacionam-se com a população residente, o tempo de viagem de trem e da concorrência, a tarifa, a renda da população, a possibilidade de implantação de serviços, a acessibilidade à estação, o nível de oferta da concorrência e a sua fragmentação.

Com a adoção desta sistemática, as quatro estações selecionadas registraram, oito meses após a implantação da integração, um acréscimo de cerca de 30% nos embarques. Trata-se de uma integração multimodal (trem x ônibus), aberta (sem a existência de terminais de integração), tarifária (a soma das passagens dos dois modais é superior à tarifa da integração) e institucional (existem acordos formais firmados pelas autoridades e pelas operadoras).

Este procedimento, como os dois citados anteriormente (Vilella e Pinheiro Jr.), também se apoiou essencialmente na experiência e sensibilidade dos profissionais envolvidos no estudo.

Em 1988, a Consultora TECNOSOLO elaborou projeto de Integração Multimodal para o trem metropolitano de Salvador (BA), o qual se fundamentou na estrutura da Oferta, da Demanda e das Características socioeconômicas da população da região do Projeto, através do critério multinomial de escolha, sujeito também à influência de critérios e à experiência do corpo técnico da Empresa. Este Projeto ainda não se encontra integralmente implantado, não se conhecendo, assim, seus resultados práticos.

### **3.3 Síntese da teoria e prática existentes**

Constata-se que, quer o procedimento teórico quer a prática descrita, envolvem elevado número de variáveis (doze e dez, respectivamente) e critérios subjetivos na sua seleção, na atribuição de seus pesos relativos e de suas notas.

Apesar de desenvolvidos quase simultaneamente (2004) e apresentando uma certa convergência no seu conceito, os métodos de Vilella e da SUPERVIA divergem em muitos aspectos.

Vilella atribui às variáveis pesos inteiros, variando de um a cinco, com possibilidade de repetição e os profissionais da SUPERVIA atribuíram pesos independentemente, de acordo com sua experiência pessoal, utilizando-se as suas médias aritméticas, ocasionando, portanto, números decimais.

Na sistemática proposta por Vilella, as notas são atribuídas após o levantamento dos dados correspondentes para todas as estações, sendo 1 a nota da estação que registra maior valor e as demais são frações diretamente proporcionais ao quantitativo registrado. Para a SUPERVIA, as notas foram atribuídas da forma similar à descrita para os pesos: os técnicos atribuíram notas de forma independente e utilizou-se a sua média aritmética.

Constata-se, da análise da Tabela 1, que, refletindo a experiência dos profissionais envolvidos, existem itens que, num critério são considerados favoráveis e, no outro,

desfavoráveis, como, por exemplo, o número de linhas de ônibus nas proximidades da estação, bem como itens que num procedimento são considerados e no outro não – Densidade de ocupação de vias de embarque e Renda da população, por exemplo.

**Tabela 1 Relação dos fatores e tipo de influência**

ITEM	VILELLA	SUPERVIA
Número de empregos até 2km da estação / Comércio e Serviços	Direta	Favorável
População até 2km da estação	Direta	Favorável
Número de ramais atendidos pela estação	Direta	Não considerado
Densidade de ocupação das vias não locais até 400m de distância	Inversa	Não considerado
Quantidade de vias com capacidade de armazenar até 5 ônibus num raio de 400m	Direta	Não considerado
Relevo até 400m da estação / Acesso à estação	Inversa	Desfavorável
Linhas de ônibus nas vias até 400m / Nível de oferta do concorrente	Direta	Desfavorável
Linhas de vans e kombis nas vias até 400m	Direta	Não considerado
Densidade de ocupação das plataformas de embarque	Inversa	Não considerado
Distância de caminhada dentro da estação	Inversa	Não considerado
Tempo de viagem até ao centro da cidade	Inversa	Favorável
Planos de desenvolvimento e políticas governamentais	Inversa	Não considerado
Relação entre a tarifa da concorrência e do trem	Não considerado	Favorável
Possibilidade de serviços locais	Não considerado	Favorável
Renda da população	Não considerado	Desfavorável
Presença dos Pontos finais	Não considerado	Desfavorável
Fragmentação da concorrência	Não considerado	Desfavorável

### 3.4 Integração e centralidade

GONÇALVES *et al.* (2005), partindo da análise da teoria dos grafos e da constatação da importância que os sistemas de transporte de grande capacidade sempre tiveram no desenvolvimento das grandes metrópoles, em particular Copenhague, sugeriram a utilização do indicador de centralidade de intermediação como critério de seleção de estações ferroviárias de integração, testando este procedimento no ramal de Saracuruna (Região Metropolitana do Rio de Janeiro). Estas integrações ainda não foram implementadas, não existindo, assim, termos de aferição.

Estudando fatores que influenciam a localização de estações de embarque de redes de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT), KUBY *et al.* (2003) identificaram cinco grupos de fatores, sendo um relacionado com a conexão intermodal e outro com a estrutura das redes, onde um dos itens identificados é justamente a centralidade das estações, ao considerar que o tempo total da viagem inclui o acesso ao sistema de transportes. Os autores ressaltam ainda que a distância a ser considerada para o acesso à estação não obedece simplesmente ao simples conceito Euclidiano, mas ao conceito de caminho mínimo de rede, no qual outros fatores são importantes e que é uma forma de medir a centralidade da estação.

## 4 CENTRALIDADE E SUAS POTENCIALIDADES

### 4.1 Grafos

Redes sociais podem ser tratadas matematicamente através do uso de grafos (HANNEMAM, 2002).

Um grafo, G:

$$G = (V, A) \quad (2)$$

é uma estrutura matemática constituída por nós ou vértices (V), interligados por relações de adjacência, designados como arestas (A), sendo portanto um conjunto finito, discreto (BOAVENTURA NETTO, 2003).

Os grafos, seus vértices e suas arestas têm várias propriedades como orientação, conexidade, conectividade, centralidade etc., podendo ser representados por matrizes. Pelo seu interesse específico, a seguir se detalha o conceito de centralidade e alguns de seus indicadores.

## 4.2 Centralidade

As arestas de um grafo, interligando vértices, permitem definir a “centralidade” de cada nó, na medida em que facilitam ou dificultam a sua intercomunicação relativa, dando uma idéia do seu poder relativo dentro da rede.

Em ciências sociais existem diversos indicadores de centralidade para vértices de redes, com possibilidades de aplicação na engenharia de transportes (GONÇALVES *et al.*, 2005), entre eles:

- *status* de um vértice é soma das distâncias entre ele e todos os demais vértices do grafo:

$$S(V_i) = \sum (d_i) \quad (3)$$

- intermediação, que informa a dependência relativa de um elemento em relação aos demais:

$$C_B(v_i) = \sum_{i=1}^n \sum_{j>k}^n \left[ \frac{g_{kj}(v_i)}{g_{kj}} \right] \quad (4)$$

- proximidade, identificando a rapidez de acesso de um elemento em relação aos demais:

$$C_C(v_i) = \frac{1}{\sum_{j=1}^n \text{dist}(v_i, v_j)}, \quad v_i, v_j \in V \quad (5)$$

- informação, que fornece a idéia do número de relações diretas que é possível se estabelecer entre um vértice e os demais:

$$C_D(v_i) = d(v_i), \quad v_i \in V \quad (6)$$

os quais caracterizam a importância de um vértice de uma rede em relação aos demais.

Estes indicadores permitem hierarquizar os vértices de uma rede, podendo ser empregados para identificar o potencial de integração das estações de um ramal ferroviário (GONÇALVES *et al.*, 2005 e NABAIS, 2005).

A Tabela 2 permite visualizar as principais características destes indicadores:

**TABELA 2 Sumário das características dos indicadores de centralidade**

<b>Indicador</b>	<b>Direção Relacional</b>	<b>Aspectos Detectados</b>	<b>Aspectos Quantificados pelo Indicador</b>
Centralidade de Intermediação	Relação direta	Elemento pelo qual passa um grande número de caminhos mínimos.	Somente redes binárias. Considera escolhas indiretas. Índice global.
Centralidade de Proximidade	Entrando Saindo	Elemento próximo de todos os outros.	Liberdade e controle em relação aos outros. Menores caminhos. Considera escolhas indiretas. Índice global.
Centralidade de Informação	Entrando Saindo	O elemento de maior visibilidade	Inclui todos os elementos adjacentes. Somente escolhas diretas. Índice local

FONTE: Gonçalves *et al.*, 2005

## 5 PROCEDIMENTO PROPOSTO

Entre as potencialidades da utilização dos conceitos de centralidade encontra-se a sua utilização em estudos de transporte, como pode ser visto nos estudos citados (GONÇALVES *et al.*, 2005 e KUBI *et al.*, 2004).

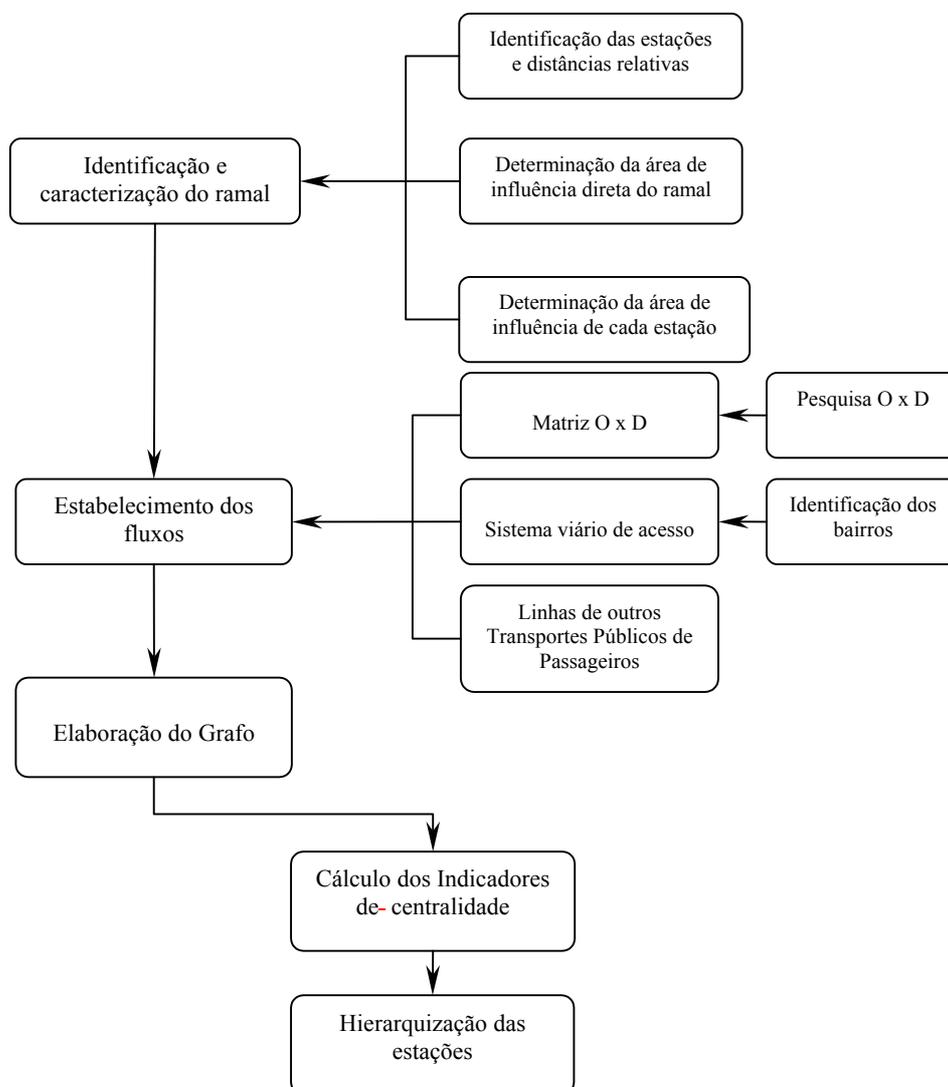
Assemelhando-se os centros de gravidade das zonas de tráfego de uma malha viária urbana aos vértices de um grafo e o número de viagens com origem nessas zonas de tráfego às arestas, pode-se identificar a sua centralidade dentro dessa cidade. Outra forma é identificar as vias públicas como arestas e seus cruzamentos como vértices do grafo. Uma praça onde cruzam diversas artérias importantes é mais central que um cruzamento de duas ruas de pequena importância, por exemplo.

O procedimento proposto para a identificação das estações ferroviárias de integração se baseia exatamente nessa premissa: estações em locais de maior centralidade têm maior potencial de integração.

O emprego deste procedimento pressupõe a existência ou a realização prévia de uma pesquisa do tipo Origem x Destino (O x D), por modo de transporte utilizado, dentro do ramal em estudo. Este procedimento visa verificar se existe potencial de integração para as estações do ramal: quanto maior a diferença entre o número total de viagens no corredor e aquelas realizadas por trem ou metrô, maior é o potencial de integração. Se a diferença for pequena, a tendência à transferência para o sistema de grande capacidade também é reduzida.

Desta forma, utilizando os dados de uma pesquisa de O x D, é possível se identificarem as estações localizadas nas zonas de tráfego de maior tráfego gerado, o que permite sugerir o procedimento baseado nas seguintes etapas, detalhadas e estruturadas esquematicamente como mostrado na Figura 3:

- Identificação e caracterização do ramal ferroviário que será objeto do estudo e delimitação da sua área de influência;
- Consulta ou execução de pesquisas tipo O x D, identificação das vias de acesso às estações e de linhas de ônibus com pontos de parada nas proximidades das estações;
- Elaboração do grafo, determinação da centralidade e hierarquização das estações.



**Fig. 3 Procedimento para hierarquização de estações de integração**

Constatado o potencial de integração conforme exposto anteriormente (diferença entre o número total de viagens no corredor e aquele que utiliza o sistema de grande capacidade), o processo se inicia pela identificação e caracterização do ramal, mostrando:

- Localização do ramal dentro da metrópole em estudo – início, final, ligações com outros ramais, extensão;
- Identificação das estações do ramal, dos bairros ou zonas de tráfego onde se inserem e das distâncias relativas entre si;
- Identificação das áreas de influência de cada estação – demais bairros ligados à estação por vias públicas e do ramal de forma geral, caracterizando assim um

grafo, tendo como vértices as estações e os centros dos vários bairros dentro da área de influência.

Em seguida, partindo-se de pesquisas de O x D e de mapas, de preferência digitalizados para permitir o uso de ferramentas do tipo SIG – Sistema de Informações Geográficas, procura-se estabelecer os fluxos de viagens entre os vértices do grafo (estações e centros das zonas de tráfego):

- são montadas as respectivas matrizes (O x D);
- são identificadas as zonas de tráfego e o sistema viário de acesso entre os bairros das estações e dos demais da sua área de influência (as arestas do grafo), estabelecendo-se desta forma os fluxos no grafo.
- Procura-se também identificar as outras linhas de transporte público coletivo de passageiros dentro da área de influência e hábitos relativos ao uso de automóvel particular.

Com estes dados e com as equações (3) a (6) se calculam os indicadores de centralidade de cada estação. Este procedimento pode ser simplificado, considerando a matriz O x D utilizando como vértices as estações e uma única zona de tráfego (externa) juntando todas as viagens que não tenham como origem ou como destino nenhuma das estações.

Hierarquizando a estações de acordo com os valores dos indicadores de centralidade assim obtidos é possível se identificarem as estações de maior potencial de integração com as demais modalidades.

A identificação das linhas de transporte público coletivo afluentes e concorrentes à estação auxilia na seleção dos percursos e modais a integrar.

Deve-se destacar que devem ser definidas duas matrizes de O x D: a primeira total, mostrando a quantidade de viagens com origem e com destino em todas as zonas de tráfego, podendo juntar-se todas as viagens cuja origem (ou destino) se situem fora das estações em uma única zona de tráfego “externa”. A segunda matriz deve considerar apenas as viagens “internas”, ou seja, aquelas cuja origem e destino se encontram nas próprias zonas de tráfego referentes às estações do ramal. Com estes dados se analisa a quantidade de viagens “externas” que poderão ser objeto da integração.

Este procedimento visa também pesquisar se o sistema de grande capacidade deve ser ampliado ou adequado às novas demandas e expectativas dos usuários.

## **6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

A metodologia proposta para a seleção de estações ferroviárias de passageiros com uso de indicadores de centralidade pode ser aplicada de forma universal, já que seus critérios são objetivos, sendo menos dependente da experiência profissional e da percepção dos especialistas do que outros procedimentos descritos.

Ressalta-se, entretanto, que a proposta aqui apresentada não descarta o conhecimento especializado, ao contrário, ele é indispensável na condução de algumas etapas como a seleção da área de influência do ramal e das estações, da divisão das zonas de tráfego, bem como na análise dos dados da pesquisa O x D e na elaboração do grafo de estudo, fases determinantes para garantir os cálculos das centralidades condizentes com a realidade

investigada. Também para interpretar e criticar os resultados em sintonia com as especificidades locais, a experiência profissional é importante.

Pesquisas de O x D são freqüentemente realizadas em grandes metrópoles e, por serem utilizadas nos diversos ramos do planejamento e da administração metropolitana, seu custo pode ser diluído e a sua execução é plenamente justificada. São também disponíveis programas de computação (BORGATTI *et al.*, 2002), compatíveis com WINDOWS, facilitando sua aplicação.

Um cuidado especial a ser tomado se refere à análise da capacidade do ramal (incluindo seu material rodante e demais sistemas) e da estação a integrar em relação à absorção da demanda que pode vir a ser gerada com a integração, evitando criar expectativas de conforto, rapidez ou pontualidade que não venham a ser atendidas e prejudicando a imagem de eficiência que a integração necessita.

Na escolha dessas estações também se deve considerar e compatibilizar com as diretrizes de planejamento para o desenvolvimento da metrópole, proporcionando uma harmonia sempre desejável entre os diversos aspectos da administração e colaborando também para o crescimento integrado.

Os melhores indicadores de centralidade a serem adotados ainda precisam ser mais profundamente estudados. Em uma primeira indicação sugere-se a adoção dos indicadores de “informação” e de “intermediação”, os quais, de acordo com a Tabela 1, identificam o elemento de maior visibilidade e pelo qual passa o maior número de caminhos mínimos, respectivamente.

Por fim, para o aperfeiçoamento desse procedimento e estabelecimento dos indicadores mais apropriados, se recomenda a sua aplicação a alguns ramais metroferroviários existentes em cidades brasileiras, particularmente naqueles que passaram por processos recentes de integração, servindo como referência comparativa para fins de validação.

---

Agradecimentos ao CNPq - pelo apoio ao segundo autor no fornecimento de sua bolsa de Produtividade - e à Rede Ibero-americana de Estudo em Pólos Geradores de Viagens (<http://redpgv.coppe.ufrj.br>).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTP (2004) – *Os sistemas Integrados de Transporte Público no Brasil* – Relatório da Comissão Metroferroviária da ANTP– S. Paulo – SP – Brasil.

BOAVENTURA NETTO, P. O. (2003) – *Grafos: teoria, modelos, algoritmos* – Edgard Blucher, S. Paulo – SP – Brasil.

BORGATTI, S.P., EVERETT, M.G., FREEMAN, L.C. (2002) – *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard: Analytic Technologies

CADAVAL, M. e LEITE, S. K. (1999) – *Integração nos Transportes Urbanos: uma análise dos sistemas implantados* – Simpósio NTU/ANTP – Brasília – DF – Brasil.

CAVALCANTE, R. A. (2002) – *Estimativa das penalidades associadas com os transbordos em sistemas integrados de transporte público*. – Dissertação – COPPE – UFRJ– Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

CERVERO, R. (1998) – *The Transit Metropolis – A Global Inquiry* – Island Press – Washington – DC – USA.

FRASQUILHO, M. (2001) – *in Anais do “Seminário Transportes e Mobilidade na Região Metropolitana de Lisboa*, 19 de março de 2001, p. 24 a 29 – Lisboa – Portugal.

GONÇALVES, J. A. M.; PORTUGAL, L. S.; BOAVENTURA NETTO, P. O. (2005). – *As potencialidades de indicadores de centralidade no estudo de um corredor ferroviário*. XIX Congresso da ANPET. Recife – PE – Brasil.

HANNEMAM, R. A. (2002) – *Introduction to Social Networks Methods, Textbook supporting Sociology 157*, University of California, Riverside – USA.

KUBY, M.; BARRANDA, A., UPCHURCH, C. (2004) – *Factors influencing light-rail station boardings in the United States* – Transportation Research Part A 38, pg. 223 – 247 –Arizona State University , Tempe, AZ, USA

MILLER, E. J., KRIGER, D. S., HUNT, J. D. (1999) – *Integrated urban models for simulation of transit and land use policies: Guidelenes for implementation and use* – Transit Cooperative Research Program (TCRP), Report 48 – National Academy Press, Washington, DC, USA

NABAIS, R. J. S. (2005) – *Critérios e procedimentos para avaliação do potencial de integração de estações ferroviárias de passageiros* – dissertação de mestrado – COPPE – UFRJ – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

PINHEIRO Jr. J. (2004) –*Um Modelo Simplificado para Avaliação do Desempenho de Estações Ferroviárias de Passageiros Metropolitanos* – Tese defendida em março de 1998 e Artigo apresentado na II Rio de Transportes – Rio de Janeiro - RJ – Brasil

PLANO DIRETOR DE TRANSPORTE URBANO DA REGIÃO METROPOLITANA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (PDTU, 2005) – *Resultado da Pesquisa de Origem Destino* – CENTRAL – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.

RIVASPLATA, C. (2001) – Centros de transporte intermodal: Estabelecendo criterios en America Latina – *in anais do Congresso Latino-Americano de Transporte Público y Urbano* – Havana - Cuba

SAMPAIO, C. (2001) – *in Anais do “Seminário Transportes e Mobilidade na Região Metropolitana de Lisboa*, 19 de março de 2001, p. 29 a 37 – Lisboa – Portugal.

VILLELA M; M. (2004) – Contribuição Metodológica para estudos de Localização de Estações de Integração Intermodal em Transporte Público Coletivo – Dissertação de mestrado – COPPE – UFRJ (mar.) – Rio de Janeiro – RJ – Brasil.